

PAT-NO: JP359115403A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 59115403 A

TITLE: SHROUDE

PUBN-DATE: July 3, 1984

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

FUKAZAWA, MIHARU

KAWAI, MITSUO

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

TOSHIBA CORP

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP57225070

APPL-DATE: December 23, 1982

INT-CL (IPC): F01D011/08, F01D005/20, F01D005/22

US-CL-CURRENT: 415/173.4

ABSTRACT:

**PURPOSE:** To prevent damage of a shroude due to contact with a tip fin, by a method wherein a metal-coated layer, which is softer and more apt to wear than the tip fin positioned facing the shroude, is formed on the outer peripheral surface of the shroude attached to the forward end of a blade.

**CONSTITUTION:** A coating layer 5, made of a metal which is softer and more apt to wear than the material of a tip fin 6 mounted on a casing 1 in a manner to be positioned facing a shroude 3, is formed on the outer peripheral surface of the shroude 3 attached to the forward end of a blade 2. This constitution causes only a metal coating layer 5 to be worn even if the tip fin 6 makes contact with the shroude 3, and prevents a shroude body 4 from being damaged.

**COPYRIGHT:** (C)1984,JPO&Japio

## ⑫ 公開特許公報 (A)

昭59—115403

⑮ Int. Cl.<sup>3</sup>

F 01 D 11/08

5/20

5/22

識別記号

庁内整理番号

7910—3G

7910—3G

7910—3G

⑬ 公開 昭和59年(1984)7月3日

発明の数 1

審査請求 未請求

(全 5 頁)

⑭ シュラウド

⑯ 特 願 昭57—225070

⑰ 出 願 昭57(1982)12月23日

⑱ 発 明 者 深沢美治

川崎市幸区小向東芝町1 東京芝  
浦電気株式会社総合研究所内

⑲ 発 明 者 河合光雄

川崎市幸区小向東芝町1 東京芝  
浦電気株式会社総合研究所内

⑳ 出 願 人 東京芝浦電気株式会社

川崎市幸区堀川町72番地

㉑ 代 理 人 弁理士 則近憲佑 外1名

## 明 細 書

1. 発明の名称 シュラウド

2. 特許請求の範囲

1) 羽根先端に設けられたシュラウドの外周表面に、対向して設けられたチップフィンより軟かく、かつ摩耗し易い金属被覆層を具備した事の特徴とするシュラウド

2) 特許請求の範囲第1項において、金属被覆層として Al, Cu の溶射被覆層を用いた事の特徴とするシュラウド

3) 特許請求の範囲第1項において、金属被覆層として Cu 粉末と、Cu 被着された黒鉛粉末との混合粉末の溶射被覆層を用いた事の特徴とするシュラウド

4) 特許請求の範囲第3項において、混合粉末が 85～97 重量%の Cu 粉末と、3～15 重量%の Cu 被着された黒鉛粉末とからなり、かつ前記黒鉛粉末に被着された Cu は黒鉛に対し 50～90 重量%であることを特徴とするシュラウド

8. 発明の詳細な説明

## 〔発明の技術分野〕

本発明は蒸気タービン等に用いられるシュラウドに関する。

## 〔発明の技術的背景とその問題点〕

一般にタービンのタービン作動流体、例えば蒸気の漏洩防止のために各種パッキンが用いられている。例えば、蒸気タービンの羽根先端とケーシングとの隙間等で生じるタービンロータ軸線方向に沿った蒸気の漏洩通路からの漏洩を防止するために用いられるものにシュラウドとチップフィンがある。

シュラウドは羽根先端に羽根のピッチごとに羽根のテノンと称される突起物形状に合った穴をあけたほぼ羽根幅相当のシュラウドバンドを4～10枚の羽根を1組としてかぶせ、テノン頭部をたたくきつぶして固着されている。

このシュラウドは一般に羽根材料と同様の12Cr鋼で作られており羽根先端にはほぼ羽根幅相当でタービンロータ周方向に設けられ、その外周表面は大きな凹凸がないように形成されている。

このようにシュラウドが設けられていると、羽根先端とケーシングとの隙間が小さくなり、蒸気の漏洩が防止されるとともに、回転する羽根の影響で遠心力によつて蒸気が散逸するのが防止される。さらに、羽根部としての剛性が増されることなど多くの効果が兼備されている。

チップフインはケーシングに一端が固定され、他端が自由端として羽根先端につけられたシュラウドの外周表面に近接するように設けられている。

このチップフインは一般に低温蒸気段落部では5%りん青銅で作られており、タービンロータ軸方向に複数個設けられ、羽根先端につけられたシュラウドとケーシングとの隙間に狭部、拡大部を多数形成されている。

このようにチップフインが設けられていると漏洩する蒸気が狭部に絞られ、拡大部に速度が減殺されることを繰返し蒸気の漏洩が防止される。

しかし、以上のようなシュラウドとチップフインとの隙間からの蒸気の漏洩防止は、シュラウドとチップフインとの隙間の縮小、チップフインの

(3)

運転上のトラブルにより、チップフインがシュラウドに接触しても耐熱合金からなるシュラウドを損傷させない軟かくて摩耗し易い金属被覆層を具備したシュラウドを提供することを目的とする。

#### 〔発明の概要〕

本発明の蒸気タービン用シュラウドは所定形状の耐熱合金、たとえば12Cr鋼からなるシュラウド外周表面に設けた金属被覆として溶射等の手段により、例えば5%りん青銅等からなるチップフインより軟かく摩耗し易い例えばAl, Cuなど金属被覆層を設けたものである。

この軟かくて、摩耗し易い金属被覆層を設けるシュラウド外周表面は必要に応じAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>粒等によりサイドブラスト処理を施し、表面を溶射被覆に適した状態とした後、シュラウド材料より軟かくて摩耗し易い金属を約2μ程度溶射施行する。また、前記シュラウド外周表面に必要に応じAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>粒等によりサンドブラスト処理を施し、表面を溶射被覆に適した状態とした後銅の粉末97～85重量%と黒鉛粉末10～50重量%に対して銅90～50

(5)

数の増加等を伴うため、前者はラビングという運転上のトラブル、後者はシュラウド幅が羽根先端幅によつて決まっているためおのずから限界があり、漏洩蒸気量の減少は非常に難しい問題であった。

なかでも、運転上のトラブルによるシュラウドとチップフインの接触は、接触時の接触圧力によりたとえば5%りん青銅からなるチップフインを加工硬化させ、たとえば12Cr鋼からなるシュラウドをその摩擦熱により軟化させる。このため、硬さを増したチップフインは、シュラウド表面に鋭利な切欠損傷を与える。

この切欠損傷が深くなり、運転中の遠心力による負荷応力がこの切欠損傷部の材料強度限界を超えるとシュラウドは破壊飛散する。このシュラウドの破壊は、その破片が運転中の羽根に衝突した場合、重大事故となり、極端な場合にはタービンの破壊にまで至る。

#### 〔発明の目的〕

本発明は以上の点を考慮してなされたもので、

(4)

重量%を被覆した粉末（以下被銅黒鉛粉末と称す）3～15重量%との混合粉末を、溶射することによつて、機械的強度にすぐれたなじみ性、自己潤滑性そして摩耗性にすぐれたシュラウドを得ることができる。なお使用される粉末の粒度は100メッシュを通過する粉末であることが好ましい。粒度が大きいと溶射被膜の密度が小さく、表面あらさや機械的強度に悪影響を及ぼす。

本発明に使用される被銅黒鉛粉末は黒鉛粉末の個々の粒子表面に銅が薄く被覆されたもので、該銅成分の量は黒鉛と同重量のもの、あるいは黒鉛30重量%に対して銅70重量%程度のもなど種類のグレードのものがあるが、本発明では黒鉛10～50重量%に対して銅90～50重量%の被銅黒鉛粉末を使用する事が好ましい。また被銅黒鉛粉末の粒度は、おおむね使用する銅粉末の粒度と同程度のものであることが好ましい。

塊状の被銅黒鉛粉末は偏平状の被銅黒鉛粉末よりも飛散し難く、密度の大きい粉末は、小さいものに比較して飛散し難い。

(6)

被銅黒鉛粉末の前記銅粉末への配合量の多寡は、溶射被膜の性状に大きな影響を及ぼす。被銅黒鉛粉末の配合量が多いと、自己潤滑性の向上には寄与するが被膜の機械的強度は低下する。被膜の機械的強度の低下は、蒸気タービン運転時の回転遠心力による被膜のはがれ、飛散事故を招来するから、これらのバランスを考慮して配合量が決定される。

本発明者らの実験によれば、黒鉛10～50重量%に対して銅90～50重量%の被銅黒鉛粉末を使用して、上記銅粉末中に3～15重量%配合した場合、もつとも好ましい結果が得られることが分つた。

かかる配合比の混合粉末を溶射して得られる溶射被膜の厚さはおおむね0.1～8.0mmである。この厚さは一定である必要はなく、運転上のトラブルにより被覆膜がチップフィンによつて削り取られても、チップフィンが耐熱鋼からなるシュラウドに接触しない厚さとして任意に選ぶことが出来る。

溶射被膜の耐熱鋼からなるシュラウドとの密着強度および溶射被膜自体の機械的強度は、他の溶

(7)

本発明の被銅黒鉛粉末を配した銅粉末の溶射被膜の表面強度は、ビツカース硬さで、約70～90の範囲であり、被銅黒鉛粉末を含まない当該銅合金粉末の溶射被膜の硬さ(約85)と同程度である。つまり本発明の如くチップフィン材料より軟かく摩耗しやすい金属は耐熱合金からなるシュラウドの外周表面に被覆してあるためタービン運転時のトラブルによりチップフィンがシュラウド表面に接触した場合、容易に摩耗するが、耐熱合金からなるシュラウドには接触しないだけの間隔が充分保持されている。このため、耐熱合金からなるシュラウドの損傷を防止できる。このように、本発明によればシュラウド外周表面の軟かく摩耗しやすい金属被覆層が、チップフィンと接触しても容易に摩耗する金属であるので、シュラウドとチップフィンの隙間を小さく、極端な場合には接触するまで小さくできる効果があり、シュラウドとチップフィンの隙間からのタービン作動流体の漏洩を防止することができるため、熱効率の向上に大きく寄与できる。

(9)

射条件が一定であれば、溶射被膜が薄いほど大きい。該溶射被膜を研削もしくは刃物加工によつて表面を形成せしめる際の仕上げ代や該被膜の摩耗許容量など主として加工上、適用上の観点を加味して、上述した範囲の被膜厚さが採用される。

第1表は、溶射被膜の被膜厚さと密着強度との関係を示す実験結果である。

第 1 表

被膜厚さ(mm)	0.1	0.8	1.5	8.0
密着強度(Kg/mm <sup>2</sup> )	4.6	2.7	2.5	2.4

密着強度の測定は、シュラウド材料として一般に用いられる12Cr鋼板上への溶射被膜の表面に接着剤を塗布してこれに金属ブロックを接着せしめ、12Cr鋼板を固定して該金属ブロックに引張り力を働かせると、溶射被膜には12Cr鋼板表面から垂直方向に引剥される力が加わる。該溶射被膜が12Cr鋼板表面から引剥されるか、あるいは該溶射層内の破断をともなつて引剥されたときの引張りをもつて密着強度とした。

(8)

## 〔発明の実施例〕

本発明を蒸気タービンのシュラウドに用いた実施例について詳細に説明する。

第1図に蒸気タービンの部分断面図を示す。

ケーシング(1)には5%りん青銅からなるチップフィン(6)が接合されており、羽板(2)の回転軸方向に複数個設けられている。このチップフィン(6)は先端が細くなるように構成され、この先端が羽根(2)の先端のシュラウド(3)に近接配置されている。

また、羽根(2)の先端は12Cr鋼からなるシュラウド本体(4)と、その上面に5%りん青銅より軟かく、かつ接触圧力により加工硬化せず、摩擦熱による加熱急冷により焼入れ硬化しないAlあるいはCuを溶射した厚さ約2mmの金属被覆層(5)で構成されている。

このように構成されたチップフィン(6)とシュラウド(3)では何らかの原因でチップフィン(6)がシュラウド(3)に接触した場合でも、金属被覆層(5)が容易に摩耗するのみであり、12Cr鋼からなるシュラウド本体(4)に損傷や破壊飛散による運転トラブル

第 2 表

	溶射距離 (mm)	電流値 (A)	電圧値 (V)	被覆層の 硬さ(Hv)
Al 被覆層	125	700	38	20
Cu 被覆層	100	700	32	85

を防止できる。

また、金属被覆層(5)は軟かく接触圧力による加工硬化がなく、接触時の摩擦熱による加熱、急冷却による焼入れ硬化がない金属であるため、チップフィンとシュラウドとの隙間を何らかの原因での接触を考慮して広くとる必要がなく、隙間を極端に小さくできる。このためチップフィンとシュラウドとの隙間からの漏洩蒸気量を減少でき、熱効率を向上できる。

ここで本発明に係る軟かい金属被覆層の被覆方法について説明する。

まず、一般的な方法により組立てられた羽根と12Cr鋼からなるシュラウドの外周表面を約1mm粒径の $Al_2O_3$ 粒子によりサンドブラスト処理した。そして、そのシュラウド外周表面にAlあるいはCu粉末をプラズマ溶射装置により第2表の条件で約2mm厚さとなるよう溶射を施し、AlあるいはCu被覆層を得た。

第2表に溶射条件と溶射層の硬さの一例を示す。

00

第 3 表

No	銅：黒鉛 (重量比)	粒 度 (メッシュ)	当該銅粉末への 配合量(重量%)
1	50：50	100	5
2	50：50	100	15
3	75：25	100	15

溶射条件

- (1) 溶射装置      プラズマ溶射装置
- (2) 電流            700A
- (3) 電圧            32V
- (4) 溶射距離      100mm

このような溶射条件によつて得られた溶射被膜(5)の硬さは、ピッカース硬さで、第1表、No1の溶射被膜が約85、No2の溶射被膜が約80、No3の溶射被膜が約70であり、5%りん青銅からなるチップフィン(6)の硬さ約85より若干下廻る値である。

このように構成されたチップフィン(6)とシュラウド(3)では何らかの原因でチップフィン(6)がシュラウド(3)に接触した場合でも、溶射被膜からなる

03

02

なお、シュラウドを構成する被覆層の厚さは、本発明例においては約2mmとしたが、この厚さは一定である必要はなく、運転上のトラブルにより被覆層がチップフィンによつて削り取られても、チップフィンが12Cr鋼からなるシュラウド本体(4)に接触しない厚さであれば、任意に選ぶことが出来、設計上非常に有効である。

次に、羽根(2)の先端は12Cr鋼からなるシュラウド本体(4)と、その上面に100メッシュを通過する銅粉末に第3表に示す被銅黒鉛粉末をそれぞれ配合して得た混合粉末を、約1mm粒径の $Al_2O_3$ 粒子によりサンドブラスト処理を施したシュラウド表面に下記の条件でそれぞれ溶射した厚さ約2mmの溶射被膜(5)の場合を示す。

金属被覆層(5)が容易に摩耗するか、あるいは被銅黒鉛粉末の添加による自己潤滑効果の向上がチップフィンと溶射被膜とのすべり抵抗を小さくし溶射被膜に損傷を与えない。したがつて12Cr鋼からなるシュラウド本体(4)に損傷や破壊飛散による運転トラブルを防止できる。

なお溶射被膜の密着強度は、周速約300m/Secの運転試験によつても溶射被膜の剥れもなく健全な状態であることから前述の第1表の実験結果とほぼ同様であり充分使用に耐えるものである。さらに、溶射被膜からなる金属被覆層(5)は前述のようにチップフィン(6)よりも硬さが低く、接触圧力による加工硬化がなく、接触時の摩擦熱による加熱、急冷却による焼入れ硬化がない金属であるため、チップフィンとシュラウドとの隙間を何らかの原因での接触を考慮して広くとる必要がなく隙間を極端に小さくできる。このためチップフィンとシュラウドとの隙間からの漏洩蒸気量を減少でき、熱効率を向上できる。

〔発明の効果〕

以上説明したように本発明によれば蒸気タービンの運転トラブルに伴なりシュラウドとチップフィンの接触によるシュラウドの損傷、破壊飛散などの事故を防止することができるので、タービンの信頼性を向上することができる。

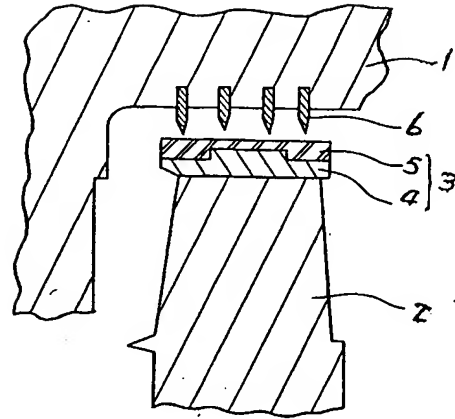
さらに、シュラウドとチップフィンとの隙間を極端に小さくでき、作動流体の漏洩を防止することができるので、タービン効率を向上することができる。したがって大幅な燃料費の節約等の利点も生じ非常に有効である。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の実施例を説明するための蒸気タービンの部分断面図。

- |           |             |
|-----------|-------------|
| 3 … シュラウド | 4 … シュラウド本体 |
| 5 … 金属被覆層 | 6 … チップフィン  |

第 1 図



代理人 弁理士 則 近 憲 佑 (他 1名)